E/CONF.39/A/225
31 Oct.1962
ORIGINAL : ESPAÑOL

CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS
SOBRE LA APLICACION DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA
EN BENEFICIO DE LAS REGIONES MENOS DESARROLLADAS

Punto del programa : A.4.2.5

México

UTILIZACION DE NUEVAS FUENTES DE ENERGIA

Por Jesús RUIZ ELIZONDO,
Co-Director de Exploraciones,
Comisión Nacional de Energía Nuclear,
México

Las monografías presentadas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas constituyen documentos de trabajo de dicha Conferencia. Se publican tal como han sido presentadadas por los colaboradores y los puntos de vista expresados en ellas corresponden a los colaboradores. (Véanse notas al dorso.)

NOTAS

1. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Generales serán distribuidas en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

2. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Especiales serán distribuidas en la Conferencia únicamente en uno de los idiomas oficiales antes indicados.

3. Los resúmenes de las monografías presentadas por los colaboradores serán distribuidos en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

4. No se procederá a la distribución general de las monografías y resúmenes con antelación a la Conferencia. Unicamente serán publicadas en cantidades limitadas con antelación a la Conferencia para uso exclusivo de las delegaciones de los gobiernos participantes y de otros participantes autorizados. La publicación con posterioridad a la Conferencia y la distribución general de las actas y debates de la Conferencia seguirán las prácticas de las Naciones Unidas establecidds por ia Junta de Publicaciones de las Naciones Unidas.

Utilización de Nuevas Fuentes de Energía.

por Jesús Ruiz Elizondo.
Co-Director de Exploraciones
Comisión Nacional de Energía Nuclear. México.

1. En el mapa de la Fig. I se observa la ubicación de los principales recursos energéticos del país. Se han delimitado las zonas petrolíferas incluyendo campos de petróleo y de gas, de acuerdo con los últimos datos de Petróleos Mexicanos. En 1961 se estimaba que el 92% de gas de la energía total consumida en el país provenía del petróleo y con las reservas calculadas se pensaba que en un término de 25 a 30 años, de no haber descubrimientos importantes en el futuro, las cantidades de petróleo disponibles no podrían abastecer la demanda de energía.

2. El aprovechamiento del carbón ha sido más y más eficiente conforme ha pasado el tiempo. En 1929 se necesitaban 1.5 kilogramos de carbón para obtener 1 Kwh; en la actualidad la eficiencia ha aumentado, reportándose en Estados Unidos a razón de 0.4 Kg/kwh. La situación geográfica de los mantos carboníferos de la República se observa concentrada en Coahuila, Sonora y Oaxaca, principalmente. (Fig. I). Al ritmo actual del consumo de carbón en distintas industrias, principalmente la termoeléctrica, la del acero y la petroquímica, así como una parte menor para uso doméstico, ha permitido emitir la opinión de que dispone de materia prima suficiente, para un período de más de 150 años.

3. En ambas vertientes se indican las principales corrientes hidrológicas cuya capacidad potencial estimada es respectivamente, para el Pacífico, $3{,}481 \times 10^3$ Kw, para el Golfo - - $3{,}027 \times 10^3$ Kw. En 1960, de esa capacidad se aprovechaba únicamente, para la vertiente del Golfo 6 %, y en el Pacífico 12.0 %, pero se opina que para 1966 ese porcentaje habrá aumentado considerablemente, merced a contínuos aprovechamientos hidroeléctricos actuales.

4. De acuerdo con algunos trabajos presentados en la Conferencia de Nuevas Fuentes de Energía, celebrada en Roma en agosto de 1961, la energía nuclear, por su avance tecnológico, alto costo de inversiones para su producción, incluyendo instalaciones y combustible nuclear para generar grandes potencias, y una preparación especializada para su uso, manejo y distribución, no se le consideró dentro del mismo rango de nuevas fuentes energéticas como se entendió la solar, la del viento y geotérmica, las que en comunidades relativamente pequeñas de 1000, 5000 ó 10,000 habitantes en países subdesarrollados, podrían adaptarse a cubrir deficiencias de energía y así mejorar condiciones de vida a sus habitantes, adaptándose a las condiciones económicas, particulares de las regiones subdesarrolladas; esto no obstante que el aprovechamiento de la energía nuclear se estudia desde 1947, siendo por lo mismo una fuente joven, i.e., nueva en relación a "edad". En la Fig. I se indican las principales áreas, señalando los yacimientos más importantes cuyo conjunto en la actualidad permite conocer la existencia de unas 865,000 toneladas de mineral de uranio de 0.117%, entre positivo, probable y posible. Los trabajos actuales de la Comisión están encaminados a realizar los experimentos necesarios para ubicar adecuadamente y de una manera oportuna, la energía nucleoeléctrica complementando a la de las fuentes convencionales ya mencionadas con anterioridad. Algunas informaciones de los precios por Kwh a partir de cada una de las fuentes mencionadas, es la siguiente:

Comisión Federal de Electricidad:	Hidroeléctrica:	8 - 10 centavos Kwh M.N.
Comisión Federal de Electricidad:	Carbón:	menos de 40 centavos Kwh (térmica) M.N.
Comisión Federal de Electricidad:	Diesel (térmica)	40 centavos Kwh M.N.
Estado Unidos:	Nuclear	7.3 centavos (Dresden, Ohio) M.N.

a) Se sabe que en algunos países los precios de producción de energía eléctrica derivada del átomo a escala experimental, ya han alcanzado niveles de competencia económica con -- los correspondientes a los de las fuentes tradicionales.

5. En el mismo mapa de la Fig. I se observa la ubicación de algunas fuentes geotérmicas en México. Italia, Nueva Zelanda, Islandia, Japón, México, Rusia y El Salvador, son los países que han dedicado estudios para conocer sus recursos geotérmicos. Italia es el más avanzado en este tipo de aprovechamientos, y a partir del vapor endógeno cuenta con una - capacidad instalada de más de 400 000 Kw, principalmente en Larderello. Se necesitan de 7 a 10 kilogramos/hora de vapor para obtener 1 Kwh, y el precio de éste, muy barato por - cierto, resulta a $ 0.035 - $ 0.045 en pesos mexicanos. De acuerdo con Alonso (#), en el año de 1955, se estableció en México la Comisión de Energía Geotérmica, que tiene por objeto la investigación y aprovechamiento de los recursos geotérmicos en la República, iniciando los estudios y perforaciones en la zona de Pathé, Estado de Hidalgo y obteniendo - los primeros resultados favorables en el año de 1956, al brotar vapor del pozo No. 1. Posteriormente, además de esta área, se principió a perforar en Ixtlán de los Hervores, en - el Estado de Michoacán y últimamente se han comenzado las investigaciones en Mexicali, Baja California. En las tres zonas, hasta ahora en proceso de estudio y perforación, se ha obtenido vapor, siendo la más avanzada la de Pathé, donde se ha instalado una pequeña --- planta piloto, la que está generando energía eléctrica desde noviembre de 1959.

a) Las zonas de Pathé e Ixtlán de los Hervores se encuentran localizadas en el centro -- del país, dentro de la Cordillera Neo-Volcánica, coincidiendo el rumbo de sus fracturas - con la orientación de sus volcanes y con el de la prolongación de la gran fractura Clarión, que penetra de oeste a este, en la República Mexicana a esa latitud. Están formadas por rocas ígneas extrusivas cuya edad varía del Mioceno al Reciente, y atravesadas -- por una serie de fallas y fracturas de dirección predominante noreste-suroeste, que probablemente aprovechan el vapor para llegar al estrato almacenador y a la superficie.

b) En la zona de Pathé se han perforado en total 13 pozos, 8 para producción de diámetro grande (28" en su iniciación) y 5 con barrena de diamante. De ellos se ha obtenido vapor en 3 hasta el momento, en uno de los cuales se ha aprovechado el vapor para conectarlo a la turbina experimental instalada. En estos pozos se han tenido gastos bajos de producción y temperaturas no mayores de 150°C.

c) En Ixtlán de los Hervores, en Michoacán, se han perforado únicamente 2 pozos. En ambos ha brotado vapor con agua.

d) El área de Mexicali se encuentra situada en el delta del Río Colorado, en el Estado - de Baja California y está formada por material de aluvión e intrusivos principalmente graníticos. Se supone que esta zona se encuentra dentro del área del sistema de fallas San Andrés-Chapala y se caracteriza por una morfología casi plana, en la que sobresalen las - sierras formadas por los intrusivos graníticos antes mencionados. La cruzan una serie de fallas y fracturas con dirección predominante noroeste-sureste y otro sistema secundario que sigue un rumbo casi perpendicular al anterior. Se han perforado en el área 2 pozos - con profundidades de 500 a 700 metros, habiéndose obtenido vapor en uno de ellos. Esta - zona de Mexicali reúne las características geológicas más favorables para el almacenamiento del vapor endógeno en el subsuelo, ya que está constituída en su superficie por un material impermeable (que no permite el escape del vapor) formado por material de acarreo y arcillas del delta del Colorado; y se opina que existe una trampa de almacenamiento de -- este vapor, que podría estar formada por el intrusivo fracturado, el cual puede ser parte

del que aflora en las Sierras de Los Cucapá, del Mayor y de Las Pintas. Además, por encontrarse en una zona en la cual no existen otras fuentes aprovechables de energía, y en uno de los extremos de la futura línea de transmisión que construye la Comisión Federal de Electricidad Rosario-Mexicali-Ruiz Cortínes será de gran ayuda para satisfacer las demandas que el crecimiento industrial de esta zona pueda presentar y que no pudieran ser cubiertas completamente por la futura planta termoeléctrica de Tijuana.

e) Estas áreas que se acaban de mencionar son las que al presente se encuentran en exploración y perforación. En cuanto al país, en general existen indicios de energía geotérmica a lo largo de la zona montañosa conocida como Cordillera Neo-Volcánica, en la Sierra Madre de Chiapas, en la Sierra Madre Occidental y en la Península de Baja California.

f) Se debe recordar que en Larderello, Italia, existe una sola zona geotérmica en la que hay una capacidad instalada cercana a los 400,000 Kw, con una producción anual de 2,700 millones de Kwh, aproximadamente. Por lo tanto, si se efectúa una evaluación de todas las áreas en el país en que probablemente se pueda explotar y aprovechar la energía endógena del subsuelo, se puede esperar para el futuro un gran desarrollo de potencial eléctrico que ayudará a satisfacer el problema de la demanda creciente de energía eléctrica de México.

6. Energía del viento.- Esta fuente de energía que es una de las más viejas aprovechadas por el hombre, es objeto de intenso estudio para su aprovechamiento en buena parte del Mediterráneo, incluyendo España, el norte de Africa, Israel, así como otros países. Se trata de aprovechar la energía cinética de una masa de aire que pueda transformarse en energía mecánica y a su vez en energía eléctrica, mediante los mecanismos apropiados. El conocimiento que se tenga de la abundancia de viento y de su velocidad, así como de las disponibilidades de otras fuentes de energía, servirá para escoger sitios de aprovechamiento. Caracteriza esta fuente su irregularidad y en general son las costas donde normalmente hay una mayor cantidad de viento. Las condiciones de óptimo aprovechamiento deben realizarse para diferentes elevaciones del suelo por buenos períodos de tiempo.

a) En México es posible intensificar la utilización actual de la energía del viento, ya que en la actualidad se reduce a pequeños generadores para corriente contínua, trabajando en conjunto con grupos de baterías, y también se utiliza para elevar el agua de los pozos. El costo de esta energía se reduce a cargos fijos en virtud de que se trata de una fuente en donde el combustible está muy repartido y no cuesta. Es indudable que en algunas partes de México puedan obtenerse velocidades características que permiten la producción específica de energía, velocidades que pueden ir de 10 a 20 millas por hora. Dependiendo del tamaño de las instalaciones, se ha obtenido en otros países donde se han hecho experimentos el precio por kilowatt de 1 a 8 peniques por kwh, para instalaciones pequeñas; de 0.5 a 5 peniques por kilowatt para instalaciones medianas y 0.3 peniques por instalaciones grandes. (Un peso mexicano = 6.76 peniques). Las costas del Pacífico los litorales de la Península de Baja California y las regiones del Golfo, pueden aprovechar la utilización de energía eólica como característica complementaria a sus necesidades energéticas provistas por otros medios.

7. En la energía térmica de los mares se trata de aprovechar el conocimiento que se tenga de la existencia de enormes masas de agua situadas a niveles de temperaturas diferentes. Las condiciones necesarias para el aprovechamiento de la energía térmica de los mares, es un desnivel térmico de alrededor de 20°C como mínimo y dependiendo de la técnica utilizada que se escoja pueden recuperarse subproductos que abaratan la producción de energía, como son la obtención de agua dulce, sal, o cantidades de agua fría, para mejorar el clima

de las zonas tropicales. La característica común de utilización de la conversión de energía consiste en la utilización mecánica mediante superficies móviles interpuestas (álabes de turbinas) de la presión que ejerce en un recinto cerrado el vapor de agua que emana de la fuente caliente bajo la atracción de la fuente fría hacia la cual se precipita, para ir a condensarse en ella. El tipo de toma para el agua fría tiene influencia en los diseños que se ven en la central, distinguiéndose varios casos de acuerdo con la manera como se efectúe la toma. El tamaño mínimo de una central es para 3,500 kilowatts, según lo demuestran los estudios franceses. En general las inversiones para una central termotalásica puede ser 3 a 4 veces inferior a la que se necesita para una central térmica de tipo clásico.

c) La zona geográfica conveniente para la instalación de centrales que aprovechen la energía térmica de los mares, se producen en una franja limitada por isoterma de 25° que prácticamente coinciden con los trópicos. En México pueden señalarse como zonas ventajosas, la costa oriental en Tampico y en la costa occidental varios lugares entre Mazatlán y Guatemala.

8. Energía de las mareas.

a) Un país como México, con amplio desarrollo de litorales, supone que las mareas deben constituir una fuente de energía digna de estudio. Aunque en términos generales puede decirse que hacia el Atlántico la pendiente continental de suave inclinación no augura muchos lugares que por sus condiciones topográficas pudieran constituir zonas de aprovechamiento maremotriz, sin embargo, hacia el Pacífico las oportunidades que se presentan en este campo deben ser mucho mayores, sobre todo en los litorales del Golfo de California. La amplitud de la marea, como es sabido, se define como la diferencia del nivel del mar entre una baja mar y la pleamar siguiente. Las principales características de las mareas son las que tienen que ver con periodicidad entre cada 24 horas. La energía utilizable es la energía de posición del agua entre la pleamar y la bajamar. Por tanto, cuanto mayor sea la amplitud de la marea, de más energía se podrá disponer.

b) Como se enunciaba al comienzo de este tópico, es indispensable disponer de un almacenamiento natural de agua, el cual puede ser una bahía, estero o depresión costera favorable que, indudablemente, son más comunes en la costa occidental de México que en el Atlántico.

c) En la utilización de esta fuente de energía se toma en cuenta que existen ciclos de efecto simple o de doble efecto, según que se aproveche la energía de posición de agua cuando ocurra el desagüe, (regreso al mar) o bien cuando se aproveche dicha energía para mover turbinas tanto a la entrada como a la salida de la bahía o depresión natural.

d) En la siguiente tabla se presentan para 1960 y 1961, las amplitudes anuales de marea en distintas localidades de la República, información que ha sido proporcionada por el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México.

e) Se observa que sería el Golfo de California el lugar donde se deben buscar zonas apropiadas para la instalación de plantas maremotrices, aunque no fueran de gran capacidad; ya que en el año de 1953, en Punta Peñasco, la amplitud fue de 5.95 mts., cantidad que es excepcional. Parece ser que los sitios ventajosos son la desembocadura del Río Colorado y la región comprendida entre la Isla del Tiburón y la tierra firme de Sonora (#). Lo

más probable es que puedan construírse plantas maremotrices de pequeña capacidad. Aunque esto es importante por la cercanía a Baja California, zona del país que no tiene fuentes de energía propia en cantidad suficiente para sus necesidades, pues hay que importar energía eléctrica de la zona froteriza. La explotación de esta fuente de energía es digna de estudio para proporcionar facilidades energéticas a una de las regiones del país más difíciles de hacer prosperar por la falta de energía propia. Los estudios llevados a cabo — en Francia, en el Reino Unido y en Estados Unidos, dan cuenta de que es económicamente aprovechable en varios lugares como en Chausey, Sedern y Passamaquoddy, respectivamente, - la energía natural de las mareas. La oportunidad que se le presenta a México con las — condiciones en el norte-oeste hacen prever que esa zona del país podrá contar con energía intermitente, merced a plantas de pequeña capacidad instaladas en sitios adecuados.

DATOS EN RELACION A LAS MAREAS DE LOS LITORALES MEXICANOS

NIVEL DE MAREA MEDIA

PLEAMAR	BAJAMAR	
Mts.	Mts.	Año - Localidad
1.628	1.131	1960 - Acapulco
1.627	1.142	1961 - Acapulco
2.385	1.870	1960 - Manzanillo
2.352	1.826	1961 - Manzanillo
1.899	0.771	1960 - Salina Cruz
1.877	0.778	1961 - Salina Cruz
2.682	2.133	1960 - Guaymas
2.693	2.144	1961 - Guaymas
2.011	1.186	1960 - Topolobampo, Sin.
2.045	1.216	1961 - Topolobampo, Sin.
2.138	1.402	1960 - La Paz
2.050	1.369	1961 - La Paz
2.203	1.037	1960 - Ensenada
2.171	1.035	1961 - Ensenada
2.631	1.731	1960 - Mazatlán
2.610	1.710	1961 - Mazatlán
1.713	1.425	1960 - Alvarado
1.754	1.438	1961 - Alvarado
0.618	0.288	1960 - Tampico
2.039	1.712	1961 - Tampico
1.465	1.099	1960 - Tuxpan
1.510	1.141	1961 - Tuxpan
1.431	1.004	1960 - Progreso
1.491	1.055	1961 - Progreso
1.628	1.249	1960 - Veracruz
1.668	1.278	1961 - Veracruz
1.724	1.428	1960 - C. del Carmen
1.753	1.447	1961 - C. del Carmen

(#) Alonso Espinosa, Autor.- "Desarrollo del vapor geotérmico en Italia y posibilidades de aprovechamiento en México".
Boletín Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. XIII, Nos. 11 y 12, Nov. - Dic. 1961, p. 554.

(##) Torres H. Francisco, Autor.- "Disponibilidad de energía en México". C.F.E. 1958. - Inédito.

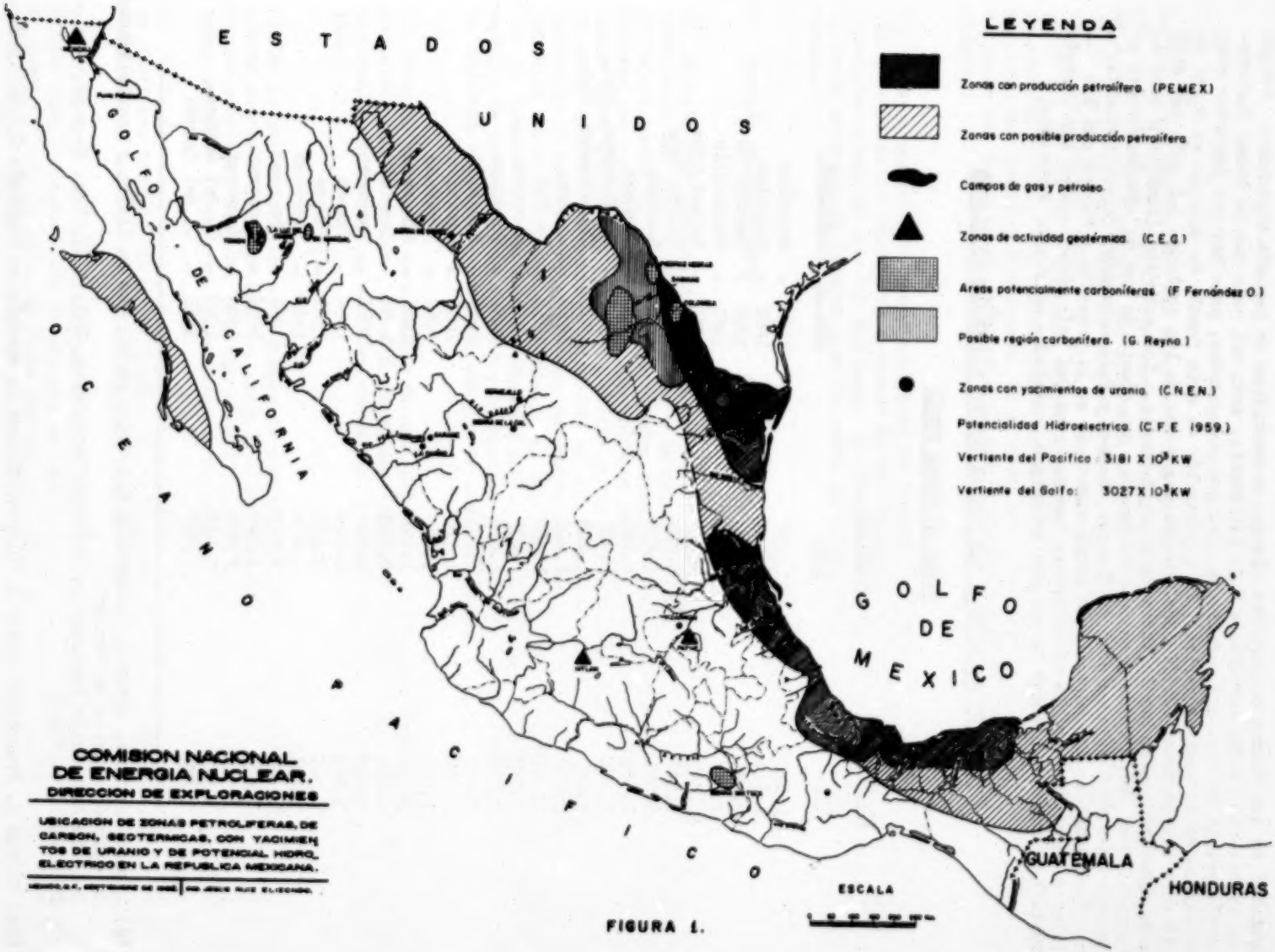
E S T A D O S
U N I D O S
GOLFO DE CALIFORNIA
O C E A N O
P A C I F I C O
G O L F O
D E
M E X I C O
GUATEMALA
HONDURAS
ESCALA
LEYENDA
Zonas con producción petrolífera (PEMEX)
Zonas con posible producción petrolífera
Campos de gas y petróleo
Zonas de actividad geotérmica (C.F.E.)
Areas potencialmente carboníferas (F. Fernández O.)
Posible región carbonífera. (G. Reyna)
Zonas con yacimientos de uranio (C.N.E.N.)
Potencialidad Hidroeléctrica. (C.F.E. 1959)
Vertiente del Pacífico: 3181 X 10³ KW
Vertiente del Golfo: 3027 X 10³ KW
COMISION NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR.
DIRECCION DE EXPLORACIONES
UBICACION DE ZONAS PETROLIFERAS, DE CARBON, GEOTERMICAS, CON YACIMIENTOS DE URANIO Y DE POTENCIAL HIDROELECTRICO EN LA REPUBLICA MEXICANA.

FIGURA 1.

1179 S - Nov. 1962 - 600